

## Arte y Ciencia

### Funciones Termodinámicas

Abraham Tamir, Department of Chemical Engineering, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheba, Israel.  
Francisco Ruiz Beviá, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante

La Termodinámica, en general, se relaciona con los fenómenos físicos y químicos que incluyen calor, trabajo y otras funciones que se mencionarán más adelante. Desde un punto práctico, la termodinámica se define como la teoría de la conversión de calor a trabajo y la comprensión del papel de la energía y de otras propiedades de la materia en este proceso de conversión. La termodinámica se fundamenta en cuatro leyes que forman la base axiomática. Las leyes son definidas de modo cuantitativo mediante "Funciones Termodinámicas" tales como temperatura, calor, trabajo, entropía, etc. Las cuatro leyes son: la ley cero que define el equilibrio termodinámico; la primera ley o ley de la conservación de la energía; la segunda ley con su formulación popular de que no hay comida gratis y la tercera ley que establece que todos los procesos cesan cuando la temperatura se aproxima a cero. Entre las "Funciones Termodinámicas" están las "Funciones de Estado" que son propiedades cuyos valores no dependen del camino que han seguido para alcanzar ese valor específico sino que dependen del estado del sistema. Por ejemplo, la energía interna, la entalpía y la entropía son *cantidades de estado* porque describen de modo cuantitativo un estado de equilibrio de un sistema termodinámico independientemente de cómo el sistema llegó a ese estado. En contraste, el trabajo mecánico y el calor son cantidades de un proceso porque sus valores dependen de la *transición* o camino entre dos estados de equilibrio.

"Funciones de Estado" se muestran en las Figs. 1 a 7; la función *temperatura absoluta*  $T$  mediante el dibujo de Leonardo Da Vinci *El hombre de Vitruvio* (Fig. 1), con una pequeña modificación para que la imagen simule la letra  $T$ . La Fig. 2 representa la "*presión*"  $P$ ; el lado izquierdo muestra una presión relativamente alta mediante la obra del ilustrador y caricaturista israelí Hanoch Piven, y el derecho una presión atmosférica normal. La Fig. 3 del surrealista belga René Magritte muestra la función *volumen*  $V$  que se refiere al espacio tridimensional que ocupa el sistema. La *energía interna*  $U$  se muestra en la Fig. 4: el lado izquierdo es un cuadro denominado el *cerebro del hombre* pintado por el ilustrador inglés Walter Hodges, y el lado derecho, de artista desconocido, representa el interior del cuerpo humano que almacena nuestra energía interna. Ahora bien, es conocido que el consumo de energía interna del cerebro es muy alto aunque su masa constituye solamente el 2% del peso total del cuerpo.

La Fig.5 representa la *energía libre de Helmholtz*  $G$  que es la cantidad de energía termodinámica de un sistema que puede ser convertida en trabajo a temperatura constante. La Fig. 6 es una combinación de imágenes anteriores para representar la *función entalpía*  $H$ . La Fig. 7 muestra la función de estado *entropía*  $S$  definida como la medida cuantitativa del desorden en un sistema; en el lado izquierdo bajo, la imagen monocroma azul del artista francés Ives Klein muestra la *entropía mínima*; las dos imágenes de arriba son cuadros del artista holandés Piet Mondrian y la del lado derecho bajo es un cuadro del artista italiano Gino Severini que muestra el más alto desorden, es decir, la *máxima entropía*.

En las Figs. 8 a 9 se presentan las funciones termodinámicas *calor*  $Q$  y *trabajo*  $W$  que no son de estado porque sus valores dependen del camino específico recorrido por el sistema entre los dos estados de equilibrio. Las dos pinturas de la izquierda de la Fig. 8 para  $Q > 0$  y  $Q = 0$  fueron pintadas por De Es Schwerberger, artista austríaco, la surrealista de la derecha es de Magritte. La imagen del lado derecho de la Fig. 9, pintura original de Magritte, representa  $W > 0$  y la del izquierdo, modificada,  $W = 0$ .

